

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **02194477 A**(43) Date of publication of application: **01.08.90**

(51) Int. Cl.

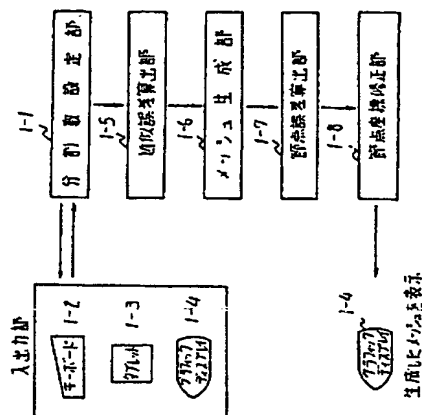
**G06F 15/60**  
**G05B 19/403**(21) Application number: **01014303**(22) Date of filing: **23.01.89**(71) Applicant: **NEC CORP**(72) Inventor: **SOGA TAKASHI**  
**MOCHIZUKI OSAMU****(54) MESH GENERATOR BY MAPPING METHOD****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To improve reliability at the time of analysis by providing an approximate error calculation part to calculate an error due to the approximation of a dividing point in an outline side, nodal point error calculation part to calculate an error for each constituting nodal point and nodal point coordinate correction part to execute the error correction of a coordinate value in the constituting nodal point and considering the approximate error.

**CONSTITUTION:** The above mesh generator is provided with a dividing number set part 1-1 to set a dividing number, an approximate error calculation part 1-5 to calculate the error due to the approximation between an input / output part and the dividing point of the outline side when the dividing number is set, a mesh generation part 1-6 to execute mesh generation by a mapping method, a nodal point error calculation part 1-7 to calculate the error for each constituting nodal point, a nodal point coordinate correction part 1-8 to execute the error correction of the coordinate value in the constituting nodal point. A generated lattice point is defined as the nodal point and a mesh, which is a small area, is expressed by the nodal point which is the lattice point to constitute the mesh. Then, the nodal point on a generated normal coordinate system is

transformed (mapped) to a physical coordinate system by mapping relation. Thus, the accuracy of the coordinate value in the respective nodal points is improved and the reliability of an analyzed result can be improved in an analysis system by a finite element method.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&amp;Japio



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-194477

⑬ Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)8月1日

G 06 F 15/60  
G 05 B 19/403

450

B

8125-5H  
7623-5H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 写像法によるメッシュ生成装置

⑯ 特 願 平1-14303

⑰ 出 願 平1(1989)1月23日

⑱ 発 明 者 曾 我 隆 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内  
⑲ 発 明 者 望 月 治 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内  
⑳ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号  
㉑ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

## 明 細 書

### 発明の名称

写像法によるメッシュ生成装置

### 特許請求の範囲

有限要素法による解析システムにおける写像法によるメッシュ生成装置において、

メッシュ生成時の分割数を設定する分割数設定部と、

外形辺の分割点の近似による誤差を算出する近似誤差算出部と、

写像法によるメッシュ生成を行うメッシュ生成部と、

構成節点ごとの誤差を算出する節点誤差算出部と、

前記構成節点の座標値の誤差修正を行う節点座標修正部と、

上記の各操作指示及び確認表示のための入出力部

とを有し、近似誤差を考慮したことを特徴とする写像法によるメッシュ生成装置。

### 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は写像法によるメッシュ生成装置、特に有限要素法による解析システムのデータ作成部分に関し、特にグラフィックディスプレイ上の外形形状に対して写像法によりメッシュを生成する装置に関する。

(従来の技術)

有限要素法による解析システムのデータ作成において、メッシュ生成は重要な機能であり、作成されたメッシュは解析全体の性能に関わるものである。

メッシュ生成には多くの手法が存在するが、写像法によるメッシュ生成は最も一般的な手法である。

従来の写像法によるメッシュ生成は、モデル形状(解析の対象となる形状でCADシステム等で

作成される)をまずいくつかの小領域(2次元形状ならば四辺形、3次元形状ならば六面体)に分割しておく(ブロック分割という)。この小領域(外形ブロック)がメッシュを生成する単位であり、位相的に四辺形または六面体であれば良い。

外形ブロックは物理座標系( $x-y-z$ 空間)に存在し、その外形ブロックを構成する外形辺は直線、円弧、スプライン曲線等より成る。

外形ブロックからのデータとしては、各頂点の座標、各外形辺を近似するために必要な中間点の座標及び各外形辺上の分割数(対辺上の分割数は同数)を与えると、外形辺上の各辺を1〜3次曲線で近似して外形ブロックを正規座標系( $\xi-\eta-\zeta$ 空間、 $-1 \leq \xi, \eta, \zeta \leq 1$ 、2次元ならば $\xi-\eta$ 平面の正方形、3次元ならば $\xi-\eta-\zeta$ と空間の立方体)に変換する。

そして、 $-1 \leq \xi, \eta, \zeta \leq 1$ に正規化された外形ブロックを等分割して辺上に設けた節点の相対するもの同士を直線で結合して長方形小領域に細分割する(これがメッシュとなる)。

こうして生成された格子点を物理座標系に写像して節点とする。

この操作を全ての外形ブロックに対して実施する事によりメッシュ生成が終了する。

(発明が解決しようとする課題)

上述した従来の写像法によるメッシュ生成では、外形辺の各辺を1〜3次曲線で近似して外形ブロックを正規座標系に変換し、正規化された外形ブロックを等分割して辺上に設けた節点の相対するもの同士を直線で結合して長方形小領域に細分割し、こうして生成された格子点を物理座標系に写像して節点とするとなっているので、生成された節点の座標値に誤差が生じ、解析時の信頼性に欠ける。

(課題を解決するための手段)

本発明の装置は、有限要素法による解析システムにおける写像法によるメッシュ生成装置において、

メッシュ生成時の分割数を設定する分割数設定部と、

外形辺の分割点の近似による誤差を算出する近似誤差算出部と、

写像法によるメッシュ生成を行うメッシュ生成部と、

構成節点ごとの誤差を算出する節点誤差算出部と、

前記構成節点の座標値の誤差修正を行う節点座標修正部と、

上記の各操作指示及び確認表示のための入出力部

とを有し、近似誤差を考慮したことを特徴とする。

(実施例)

次に、本発明について図面を参照して説明する。

第1図に示すように、本発明による近似誤差を考慮した写像法によるメッシュ生成装置は、分割数を設定する分割数設定部1-1と、分割数設定時の入出力部と、外形辺の分割点の近似による誤差を算出する近似誤差算出部1-5と、写像法に

よるメッシュ生成を行うメッシュ生成部1-6と、構成節点ごとの誤差を算出する節点誤差算出部1-7と、構成節点の座標値を誤差による修正を行う節点座標修正部1-8とから構成される。

入出力部にはキーボード1-2、タブレット1-3とグラフィックディスプレイ1-4があり、キーボード1-2は処理の実行やメッシュの分割数を入力する。またタブレット1-3には専用のスタイラスペンが付いており、キーボード1-2と同様に処理の実行の指示や外形辺の指示を行う。グラフィックディスプレイ1-4はモデル形状、外形辺の表示及び生成したメッシュを表示する。

分割数設定部1-1は、入出力部を使用して外形ブロックに発生させるメッシュの分割数を設定する。分割の方法は外形ブロックを構成する外形辺の組に対して等分割とする。

近似誤差算出部1-5は与えられた分割数に応じて外形辺上に分割点を求める。さらに外形辺を3次曲線で近似し、近似した外形辺上にも分割数

に応じて分割点を求める。各々対応する分割点の座標値の誤差を算出する。

メッシュ生成部1-6は、第2図に示すように、外形辺を3次曲線で近似して得られた外形ブロックの各頂点の座標と各外形辺上の中間点2点から、物理座標系と正規座標系との写像関係を確立し、正規座標系で辺上節点(分割点)の相対するもの同士を直線で結合して外形ブロックと同形の領域に細分割してメッシュを生成する。

こうして生成された格子点を節点とし、小領域であるメッシュはそれを構成する格子点である節点により表現される。生成された正規座標系上の節点を、写像関係を用いて、物理座標系へ変換(写像)する。

節点誤差算出部1-7は、近似誤差算出部1-5で求められた外形辺上の節点(分割点)の誤差からメッシュ生成部1-6で生成されたメッシュを構成する各節点の誤差量を算出する。

節点座標修正部1-8は、メッシュ生成部1-6で生成したメッシュを構成する各節点の座標値

に、節点誤差算出部1-7で得た各節点の誤差量から修正を施す。節点座標修正部1-8で誤差修正されたメッシュはグラフィックディスプレイ1-4で表示し、確認する。

次に、本発明の動作を第1図～第6図を参照して説明する。

まず、第3図において、3-1のような外形辺 $L_1 \sim L_4$ から構成される外形ブロックB1とするモデル形状があり、グラフィックディスプレイ1-4を見ながら、キーボード1-2、タブレット1-3により、メッシュの分割数 $m$ 、 $n$ を外形辺 $L_1$ 、 $L_3$ 方向、 $L_2$ 、 $L_4$ 方向に対して与える。

近似誤差算出部1-5では、3-2のように外形辺 $L_1 \sim L_4$ を3次曲線で近似する。この時、分割数設定部1-1で与えられた分割数に応じて、第4図に示すように、外形辺 $L_1$ に分割点(節点)MP1～MP3を設け、外形辺 $L_1$ の近似曲線上の分割点の位置との誤差量を4-1のように算出する。同様に外形辺 $L_2 \sim L_4$ について

も誤差量を算出する(4-2)。

メッシュ生成部1-6では、3次曲線で近似した外形ブロックB1の外形辺の節点列に対し節点列間の総和を2とし、節点列の始点を-1、終点を+1とした1次元正規座標系にまず変換する。それから外形ブロックにおける外形辺の構成位置より、正規座標系全体へ変換する事で第5図のような外形ブロックB1の外形辺上の節点(頂点、分割点)の物理座標系から正規座標系への座標変換が行われる。

正規座標系に変換された外形辺上の節点をもとに、対辺の相対する外形辺上の節点同士を直線で結合して外形ブロックと同形(四辺形)の小領域に細分割する。この細分割された小領域がメッシュであり、この時の格子点が節点であり、メッシュは節点により構成される。

正規座標系上の節点を外形ブロックB1のデータとしての物理座標系と正規座標系の変換情報により、物理座標系へ変換し第5図の左図のような生成メッシュを得る。

節点誤差算出部1-7では、近似誤差算出部1-5で得た外形辺上の節点での誤差量をもとにメッシュを構成する各節点ごとの誤差量を算出する。メッシュの分割が等分割であるのでメッシュ生成と同様に対辺の相対する外形辺上節点同士を直線で結び格子点を節点位置と仮定し、近似的に各節点の誤差量を算出する(第6図(A))。

そして節点座標修正部1-8では、メッシュ生成部1-6で生成したメッシュを構成する節点の座標値に、節点誤差算出部1-7で得た各節点の誤差量の修正を施す。第6図(C)のように得られたメッシュをグラフィックディスプレイ1-4で表示する事で確認される。

〔発明の効果〕

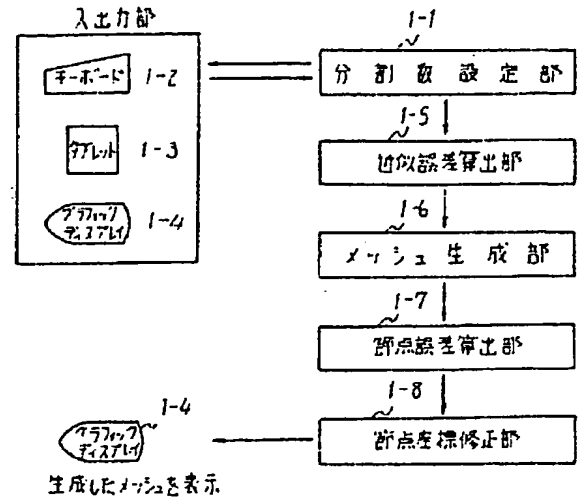
以上説明したように本発明は、写像法により生成したメッシュの誤差を修正することにより、各節点の座標値の精度を上げ、有限要素法による解析システムでの解析結果の信頼性を向上できる効果がある。

## 図面の簡単な説明

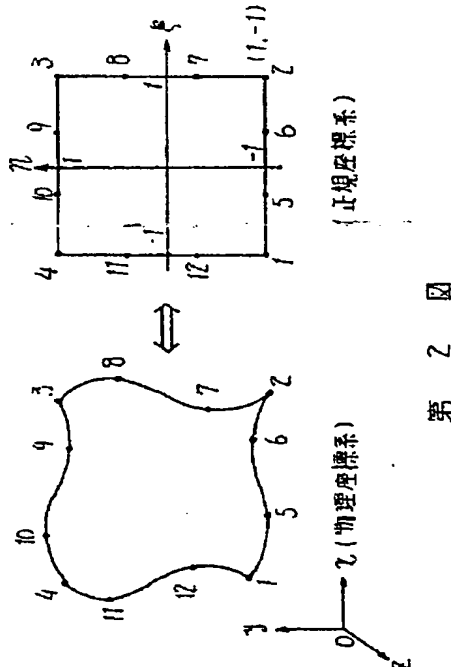
第1図は本発明の一実施例としての構成概略図、第2図は外形ブロックの写像関係を示す図、第3図は外形ブロックを3次曲線で近似した図、第4図は外形辺上の節点の誤差を示す図、第5図は外形ブロックの写像法によるメッシュ生成を示す図、第6図は節点誤差の修正を施したメッシュを示す図である。

1-1…分割数設定部、1-2…キーボード、1-3…タブレット、1-4…グラフィックディスプレイ、1-5…近似誤差算出部、1-6…メッシュ生成部、1-7…節点誤差算出部、1-8…節点座標修正部、3-1…モデル形状、3-2…3次曲線で近似した外形ブロック、4-1…外形辺上1の分割点での誤差、4-2…外形辺上の節点での誤差。

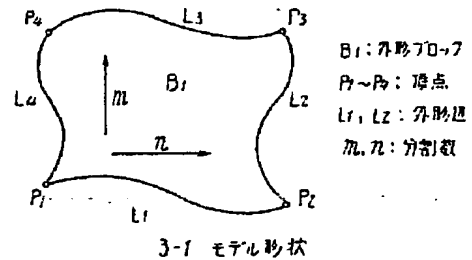
代理人 弁理士 内 原 智



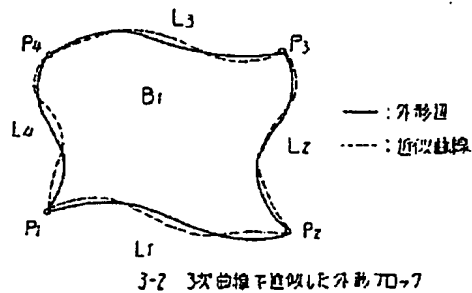
第 1 図



第 2 図

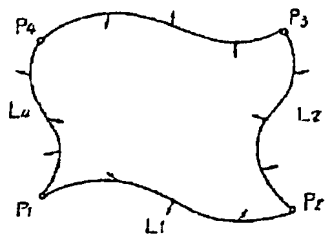
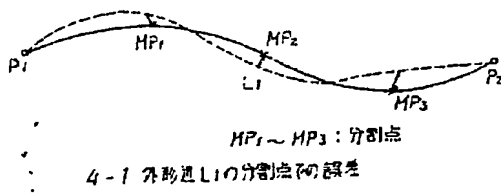


3-1 モデル形状

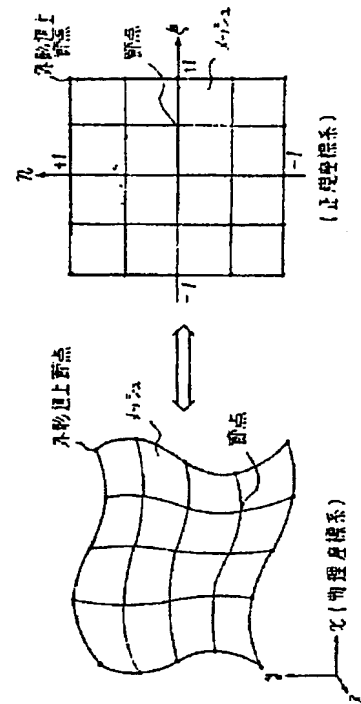


3-2 3次曲線で近似した外形ブロック

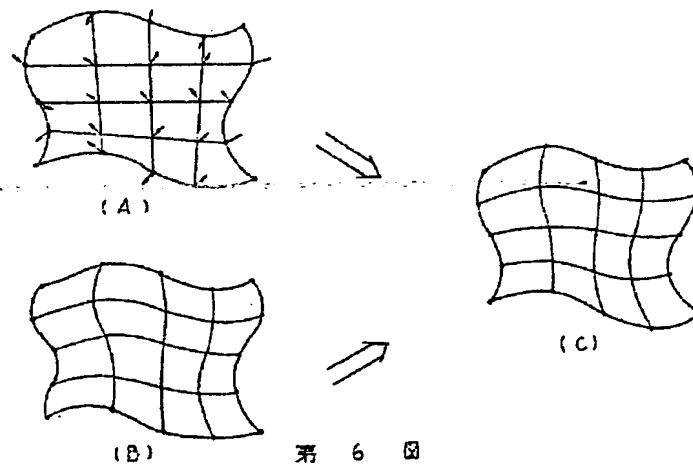
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図